

중소기업 기술국산화 전략품목 상세분석 〈그린에너지〉



중소벤처기업부



중소기업기술정보진흥원

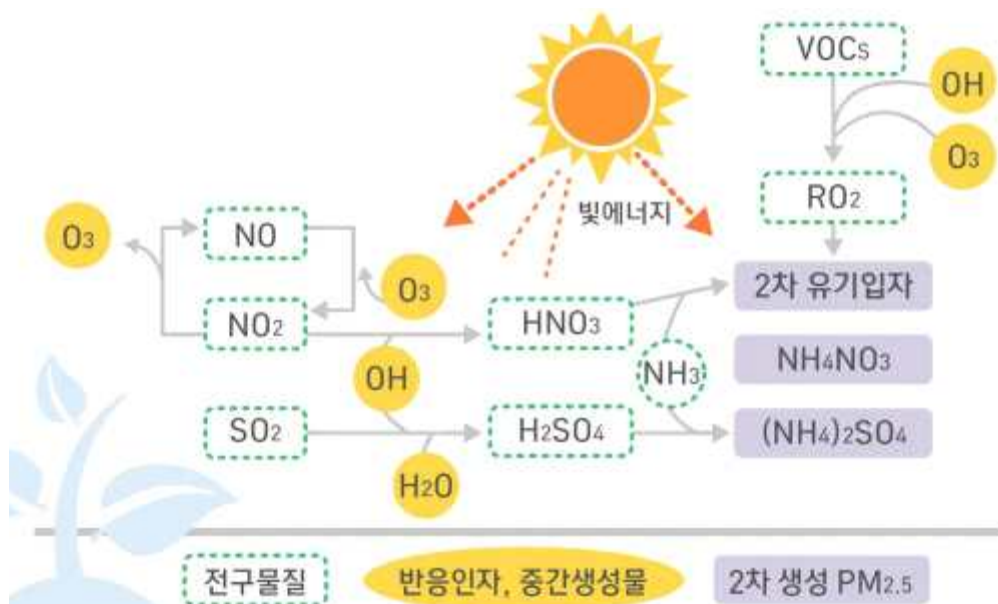
12. VOCs 저감 장치

1. 개요

가. 정의

- 휘발성 유기화합물 (VOCs, Volatile Organic Compounds)은 탄화수소류 중 레이드 기압이 10.3 KPa 이상인 석유화학제품, 유기용제 또는 기타 물질이며, 인체 노출 시 발암, 유전자 변이, 기형 등 피해를 유발시키는 대기오염물질
- VOCs는 대기 중에서 태양광선에 의해 광화학 산화반응을 통해 지표면의 오존 농도를 증가시키고 스모그 현상을 일으키게 되며, 대기 중 수증기나 오존과 만나 과산화기를 생성하고 이러한 2차 유기입자는 대기 중의 NO_x, NH₃, SO_x와 결합하여 초미세먼지를 생성

[VOCs에 의한 2차 미세먼지 발생]



출처: 환경부 소책자 '미세먼지 도채체 뭉개'

다. 범위 및 분류

(1) 가치사슬 및 용도별 분류

◎ 가치사슬

- ☐ VOCs 처리 기술 산업은 점오염원과 이동오염원에서 발생하는 VOCs를 관리하기 위해 필요한 제품 및 서비스를 제공하는 산업으로 이루어져 있음
 - 또한 일반적인 대기분야의 산업들과 마찬가지로 환경정책과 규제 등의 시장 외적인 요인에 의해 수요가 창출되는 특징을 가짐
- ☐ (전방산업) VOCs 처리 공정이 설치되는 산업분야이며, VOCs를 대량으로 배출하는 대형 사업장과 유기용제를 사용하는 중소형 사업장이 함께 존재
 - 배출원에 따른 VOCs 배출량 규모는 생산공정이 18% 정도인 것에 반해, 유기용제 사용 사업장은 58%로 VOCs를 가장 많이 배출하는 것으로 조사됨
- ☐ (후방산업) VOCs 처리 기술에 소요되는 각 소재 및 부품의 재료 또는 원료를 생산하여 공급하는 산업으로, 대표적인 환경소재로는 촉매, 흡착제, 흡수액 등이 있으며 또한 산업에서 배출되는 배기가스 내 VOCs 농도 측정을 위한 센서 기술과 배기가스의 적정 유동제어를 위한 동력기기 등이 후방산업에 포함됨

[VOCs 처리 기술 산업구조]

후방산업	VOCs 처리 기술 산업	전방산업
세라믹, 금속 및 금속산화물 등 원재료 산업, 분리막·촉매·흡착제 및 필터 등 요소제품 제조산업, 동력기기 및 각종 전력 기자재 제조산업	VOCs 제어설비 및 장치의 설계, 제작 및 시공산업, VOCs 처리 설비의 운영관리업, VOCs 농도 측정기기 산업	정유 및 화학물질 제조 등 화학산업, 유기용제 사용 사업장, 하수처리장 등 환경산업

◎ 용도별 분류

- ☐ VOCs 처리 기술은 VOCs를 무해한 물질로 파괴시키는 기술과 회수를 통해 자원순환 시키는 기술로 분류될 수 있음
 - VOCs를 무해한 물질로 파괴시키는 기술로는 열 소각 또는 촉매연소, 생물학적 분해법 등이 있으며, 흡착 및 흡수를 통해 일시적으로 VOCs를 흡착 또는 용해시킨 이후에 탈착과 분리를 통해 회수하는 자원순환 기술들이 존재
- ☐ VOCs 연소법은 고온에서 산화 분해되는 모든 처리대상 기체에 적용시킬 수 있는 기술로, 제거효율이 매우 높음
 - 직접 소각하는 방식으로 소각로가 해당하며, 처리 대상 기체의 발화점 이상으로 온도를 유지하고 적절한 체류시간을 설정하여 대상 기체를 산화시켜 물과 이산화탄소로 분해함
 - 높은 온도를 유지해야하는 단점을 보완하기 위하여, 촉매를 이용하여 기존의 연소 온도보다 낮은 조건에서 산화시키는 방법을 적용하고 있음
- ☐ 흡수 및 흡착법이 저농도 VOCs 배출원에 적용되어, 일시적으로 VOCs를 저장한 후 후단의 연소공정에 투입시키거나 VOCs를 탈착 및 응축하여 자원으로 회수하는 방법들이 존재
 - 또한 가스 내 특정 물질만을 선택적으로 분리시키는 분리막 소재를 사용하기도 함

[VOCs 처리 기술의 종류 및 특성]

분류	기 술	장 점	단 점
파괴기술	재생열산화법 (RTO, Regenerative Thermal Oxidation)	• 높은 열회수 효율 • 간단한 구조와 긴 수명 • NOx 발생 감소 • 모든 VOCs 고효율 처리 가능	• 초기 투자비용이 높음 • 장치의 크기와 무게가 촉매 장치보다 큼
	재생촉매산화법 (RCO, Regenerative Catalytic Oxidation)	• 저온연소로 에너지 효율 높음 • VOCs 고효율 처리 • NOx 발생 감소 • 90% 이상의 열 회수 가능	• 가스 특성에 따라 적용범위가 제한될 수 있음 • 촉매 교체 비용 발생 • 초기 투자비용이 높음
회수기술	흡착법 (Adsorption)	• 높은 제거 효율 • 저농도 배출가스 제어 가능 • VOCs 고농도 회수	• 수분 및 입자상 물질 등의 전처리가 요구됨 • 재생회수가 증가함에 따라 효율이 점차 감소함
	흡수법 (Absorption)	• 부식성 오염물질 제어 가능 • 고농도와 저농도 모두 제어 가능 • 입자상 물질도 포집 가능함 • 적은 설치비와 공간효율이 높음 • 설치비와 유지관리비가 적음	• 폐흡수액에 대한 처리가 요구됨 • 막힘현상 발생 • 유지관리비가 높음
	생물학적여과법 (Biofiltration)	• 고용량 저농도 배출가스 처리유리 • 천연물질 사용	• 생물학적 난분해성 물질 처리가 불가능함 • 운영방법이 까다로움
	막분리법 (Membrane separation)	• 오염부산물 생성이 없음 • VOCs 상변환 없이 회수 가능	• 고농도 VOCs 회수가 어려움

(2) 기타분류 방법

- ☐ VOCs 처리 소재 제조에 있어서 중요한 기술 개발 사항으로, 촉매 제조방법 및 코팅 기술들이 주목받고 있음
 - 촉매의 경우, 촉매산화 공정 사업비의 큰 부분을 차지하기 때문에 사용되는 물질의 선정과 제조 방법이 중요하며 또한 보통 제조된 촉매는 파우더(powder) 형태이기 때문에 압축 성형 또는 코팅을 통한 모듈화가 필수적임
 - 압축 성형은 촉매에 일정한 압력을 가하여, 펠렛 또는 허니컴(honeycomb) 형태로 성형화시키는 것을 말함
 - 하지만 이때 압축 성형에 소모되는 촉매의 양이 많아, 경제적으로 비효율적이기 때문에 상대적으로 적은 양이 소모되는 코팅 기술이 효과적임
- ☐ 최근 4차 산업혁명이 대두됨에 따라, 환경 소재 및 공정(ET)에 IT 기술들이 접목되는 경우도 많이 존재함
 - 사용되는 IT 기술로는 처리 공정 데이터를 축적한 데이터베이스와 모니터링 및 Smart RTU 등이 있음
 - 또한 이러한 IT 기술들이 처리 공정에 적용되기 위해서 VOCs 농도 및 공정 온도 등의 측정을 위한 다양한 센서들이 필요하게 됨
 - 따라서 각종 센서 기술들도 함께 발전되는 형태로의 산업발전이 기대되며, 이를 처리할 수 있는 인공지능(AI) 기반 센서 진단 알고리즘 및 프로세스의 개발도 필요할 것으로 예측됨
- ☐ 바이오산업이 성장함으로써 생물학적 처리방법이 발달되었으며 이러한 미생물의 분해 작용을 이용하는 것이 또 하나의 저농도의 고유량 가스에 적합한 기술임
- ☐ 이와 같이 생물학적으로 가스 상 오염물질을 처리하는 대표적인 방법으로는 바이오필터, 바이오 스크러버, 바이오 트리클링 필터 및 토양탈취가 있음
 - (바이오필터) 토양탈취 적용 시 운전조건의 조절이 어렵고, 미생물의 활성이 떨어지는 문제점을 개선하기 위해 개발된 약취 및 휘발성 유기물질 처리방법
 - (바이오 스크러버) 운전원리는 폐가스를 세정탑으로 통과시켜 오염물질을 물에 흡수시킨 후 용해된 오염물질을 포함하는 물을 폭기조에서 미생물의 활동에 의해 제거하는 것
 - (바이오 트리클링 필터) 바이오 필터와 바이오 스크러버가 혼합된 형태이며 미생물이 고정화되어 있는 불활성 담체를 충전시키고, 여기에 물을 분무시키는 시스템으로 구성됨

2. 산업 분석

가. 산업 동향

- ☐ 전 세계적으로 대기오염원의 일종인 VOCs 배출량에 대한 국제적인 환경규제가 진행 중이고 이러한 환경규제를 극복하기 위한 기술개발이 전 세계적으로 중요한 이슈로 대두되고 있음
- ☐ VOCs 농도가 낮은 경우 에너지 소비량을 줄이기 위해 헤파입의 농축기 및 고효율 흡착제 연구가 수행되었으나 국내 기술 수준이 낮아 국내 상용화를 위한 추가 연구개발이 필요
- ☐ 유용한 VOCs 성분을 회수하여 사용하고자 하는 경우, VOCs 종류 및 상태에 따라 적용기술이 크게 다르다. 흡수, 흡착, 응축, 분리 등 다양한 기술들이 연구개발 되고 있으며, 최근에는 고농도 VOCs 회수를 위한 유증기 회수 시스템, VRU (Vapor Recovery Unit) 설치가 늘어나고 있음
- ☐ 기존의 전통적인 VOCs 제어 방식은 VOCs를 소각하기 위해 열에너지를 사용하는 에너지 소비 측면에서 최근에는 농축된 VOCs를 이용하여 내연기관 연료로 사용하거나 수증기 개질을 통하여 수소나 합성가스를 생성하고 연료 전지 및 가스터빈과 연계하고 열과 전력을 생산하는 VOCs 에너지화 연구가 활발히 진행 중

[VOCs 제거방법과 그의 처리능력 및 특성]

제거방법	투자비	운영비	처리능력	제어특성
열 산화법	고	고	고	폭발 위험, 보조연료 필요
촉매 산화법	중	중	고	촉매독으로 인한 효율 저하
흡·탈착 촉매산화	중	저	고	저농도로 연속적 배출되는 공정에 유리
흡착법	고	중	고	선택적 회수 가능, 응축에 의한 유해성
흡수법	저	중	고	어느 공정에나 쉽게 적용
생물학적 처리법	중	중	고	폭발성 화합물 처리
막 분리법	고	고	고	다단 분리 system이 요구

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 세계 VOCs 회수 및 저감기술 시장의 규모는 2018년에 73억 2,900만 달러였으며, 2021년까지는 4.5%의 연평균 성장률로, 2021년부터 2024년까지는 27.4%의 연평균 성장률로 성장하여 약 172억 9,400만 달러에 이를 것으로 예상

[세계 VOCs 회수 및 저감 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	7,329	7,659	8,003	8,364	10,655	13,575	17,294	4.5('18~'21) 27.4('21~'24)

* 출처 : BusinessWire, 'VOC Recovery and Abatement Market size (2017-2025) 및 GlobalInfoResearch, Global VOC Recovery and Abatement Market 2022 by Company, Regions, Type and Application, Forecast to 2028(2022.03.21.) 기반으로 네모아이씨지 재가공

- 세계 VOCs 가스센서 시장규모는 2018년에 1억 4,170만 달러였으며, 4.0%의 연평균 성장률로 2024년까지 약 1억 7,930만 달러에 이를 것으로 예상

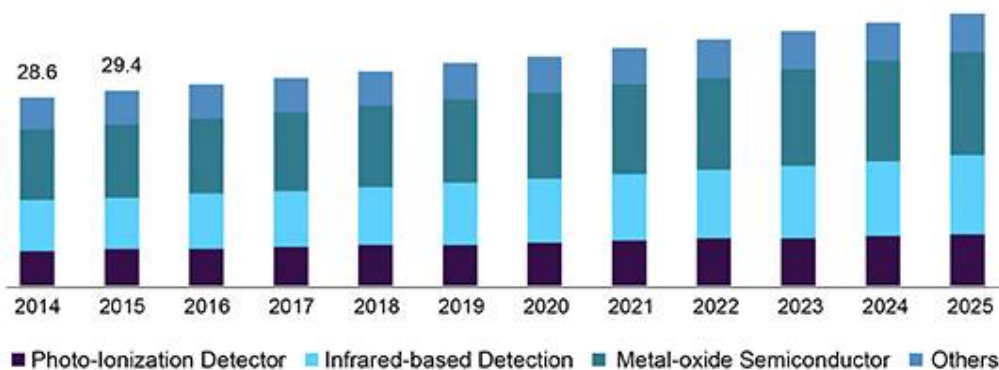
[세계 VOCs 가스센서 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	141.7	147.4	153.3	159.4	165.8	172.4	179.3	4.5

* 출처 :GrandViewResearch.Volatile Organic Compound Gas Sensor Market Size, Share & Trends Report ('19)

[VOCs 가스 센서 시장 규모]



(2) 국내시장

- 국내 VOCs 회수 및 저감 기술시장의 규모는 2018년에 약 3조 7,600억 원이었으며, 2018년부터 2021년까지는 12.3%의 연평균 성장률로, 2021년부터 2024년까지는 약 27.4%의 연평균 성장률로 성장하여 약 11조 원의 시장 규모이 이를 것으로 예상

[국내 VOCs 회수 및 저감 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	37,609	42,235	47,430	53,264	67,858	86,452	110,139	12.3('18~'21) 27.4('21~'24)

* 출처: GlobalInfoResearch, Global VOC Recovery and Abatement Market 2022 by Company, Regions, Type and Application, Forecast to 2028(2022.03.21.) 및 휘발성유기화합물(VOCs) 저감기술, TDB 시장보고서, 한국신용정보원, 2018을 기반으로 네모아이씨지 재가공

- 국내 배기관용 VOCs 촉매 컨버터 시장의 규모는 2018년에 약 1,379억 원이었으며, 2.1%의 연평균 성장률로 2024년까지 약 1,562억 원에 이를 것으로 예상

[국내 배기관용 VOCs 촉매 컨버터 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	1,379	1,408	1,438	1,468	1,499	1,530	1,562	2.1

* 출처: 'KMAPS' '배기관용 촉매 컨버터 부품시장'(2020)을 기반으로 네모아이씨지 재가공

- 제올라이트 기반 VOCs 처리 흡착공정 방식이 증가함에 따라 국내 제올라이트 시장의 규모는 2018년에 약 453억 원이었으며, CAGR 7.8%로 2024년까지 약 711억 원에 이를 것으로 예상

[국내 배기관용 VOCs 촉매 컨버터 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	453	488	526	568	612	659	711	2.1

* 출처: 'KMAPS' '배기관용 촉매 컨버터 부품시장'(2020)을 기반으로 네모아이씨지 재가공

3. 기술 개발 동향

가. 연구 동향

◎ 관련 연구개발 추진 사례

- ☐ (에이치에스이) 인체 발암/비발암 VOCs 분해·파괴 저감장치 개발
 - 중소벤처기업부의 ‘창업성장기술개발(R&D) (2021~2023)’ 회전 글라이딩 아크 방전시스템을 이용한 고농도 VOCs 저감장치 개발, 고농도·저농도 VOCs 처리기술 및 저감시스템 개발, RGA를 활용한 VOCs 저감공정 최적화 등
- ☐ (이화여자대학교) 생활밀착형 VOCs 저감을 위한 보급형 전처리 장치와 댐핑 기술 개발
 - 과학기술정보통신부의 ‘기후변화대응기술개발(R&D) (2017~2022)’ 저에너지-고효율의 안전한 전처리 기술 보급을 통한 생활밀착형 VOCs 피해를 저감하고자, 입자성물질(PMs) 처리용 보급형 습식 세정 장치 개발, 배출원 특성에 적합한 VOCs 흡수소재 개발 및 고농도 VOCs 충격 완화 댐핑 기술을 개발
- ☐ ((주)창성엔지니어링) 소규모 도장공장용 가변농축 저온축매 연소기술을 이용한 저비용고효율 VOCs 저감장치
 - 환경부의 ‘미세먼지 사각지대 해소 및 저감 실증화 기술개발사업 (2020~2022)’ 도장공정 적용용 6000, 1200NCMH급 Cabinet type VOCs 저감 장치 개발
- ☐ (숭실대학교) 전기화학적 저온산화법을 이용한 VOCs 저감기술개발
 - 과학기술정보통신부의 ‘기후변화대응기술개발(R&D) (2017~2022)’ 전기화학적 방법을 이용하여 강력한 산화제용액을 제조하고 이를 이용하여 VOCs를 산화시켜 제거할 수 있는 원천 기술을 개발하고 이를 사업화하기 위한 시작품을 개발

나. 기술 개발 이슈

◎ 저온 구동 고효율 제올라이트 기반 VOCs 흡착 공정

- 흡착에 의한 휘발성유기화합물(VOCs) 제거에 있어서 사용되는 흡착제 및 흡착 공정은 경제성, 환경성, 효율성 측면에서 미래지향적인 기술로의 발전 가능성이 있어야 함
 - 이에 따라 흡착제를 적용하여 VOCs를 흡착시킨 후 고농도로 회수·재생하기 위하여 탈착 기술을 반복적으로 수행
 - 사용되는 흡착제는 흡착된 VOCs를 회수하여 흡착제를 재생시킴으로써 사용 가능한 횟수를 증가시켜 재사용이 수차례 가능함을 의미하며, 수명 연장이 가능한 정도가 중요한 관건이라 할 수 있음
- 상기 공정에서는 활성탄, 실리카겔, 알루미나 등 다양한 흡착제 중 제올라이트 기반 흡착제를 적용
 - 제올라이트는 기존에 주로 사용되는 활성탄보다 VOCs에 대하여 효율적으로 흡·탈착이 가능하며, 일정 농도 이상의 유기증기를 흡착했을 경우 폭발 가능성이 있는 활성탄을 대체할 수 있는 소재로서 최근 많은 개발이 시도됨
- 제올라이트 기반 흡착제의 흡·탈착 성능을 증진시키기 위해 흡착제의 화학적 제어와 같은 소수성 부여(Si-Al 비율 조절, dealumination 등) 및 기공 제어의 과정을 통해 흡착제를 개질함
 - 제조한 소수성 고실리카 제올라이트 흡착 소재는 VOCs 중 대표 물질인 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌을 대상으로 한 흡착 실험에서 우수한 흡착 성능을 나타냄
- 이러한 방식으로 제조한 흡착 소재는 수분 및 온도의 영향을 많이 받는 활성탄의 단점을 보완할 수 있고 다양한 형태로 적용이 용이하며, 내구성이 높다는 장점이 있음
 - 이를 통해 주요 현안인 VOCs 제어에 대한 문제점이 해결될 수 있으며, 다양한 VOCs 배출원에 개질한 제올라이트 기반 흡착제를 적용함으로써 안정성을 높이고 고효율로 VOCs를 저감하는 효과가 있을 것으로 기대

[소수성 고실리카 제올라이트 흡착제 개발을 통한 VOCs 흡착력 증진]

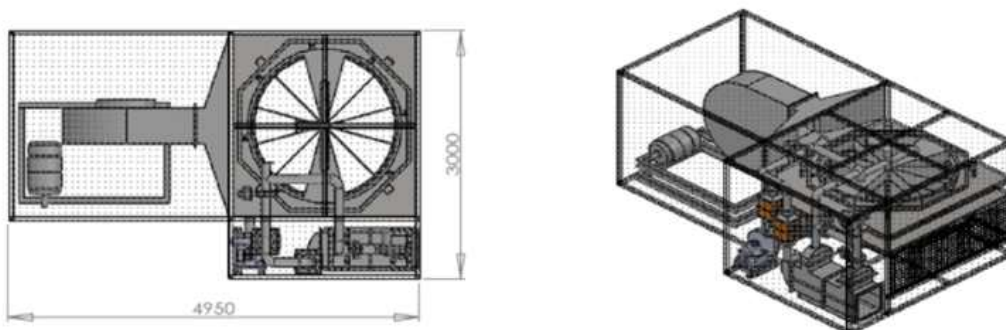


*출처 :경기대학교

◎ 마이크로웨이브를 활용한 VOCs 저감 장치

- ☐ VOCs를 처리하는 기존 처리 방식의 대안으로 마이크로웨이브 (microwave)에 의한 분리 탈착 기술이 대두되고 있음
 - VOCs를 처리하는 방법에는 흡착처리법, 촉매열산화법, 축열산화에 의한 방법이 있음
 - 최근 각각의 방법들의 단점을 보완한 하이브리드 시스템에 대하여 많은 연구가 수행되고 있음
- ☐ 마이크로웨이브를 이용한 방법은 유전가열(dielectric heating)에 의한 방법이기 때문에 오염물질을 직접 가열할 수 있으며, 흡착된 오염물질이 마이크로웨이브가 통과하는 비극성 성분일 경우 주변에 있는 수분을 가열하여 오염물질을 효과적으로 가열할 수 있다는 장점이 있음
 - 마이크로웨이브를 이용한 VOCs 저감 장치는 VOCs 흡착제의 주기적 재생이 가능하며 흡착제를 반영구적으로 사용할 수 있으며, 기존 열풍방식 대신 마이크로웨이브 가열방식을 적용하여 VOCs 농축기, RTO, RCO 등의 기존 설비 대비 30% 이상 높은 에너지 효율을 나타냄
- ☐ 상기 공정에서는 제올라이트, 알루미나, 활성탄, 산화 금속 등의 소재를 사용할 수 있으며, 허니컴 구조의 담체에 코팅함으로써 접촉 면적을 증가시키고 흡착 및 산화 효율의 향상을 극대화할 수 있게 됨
- ☐ 또한, 유동에 따른 압력강하를 감소시킴으로써 제한된 구조 내에서 탈착과 산화가 효율적으로 이루어질 수 있다는 장점이 있음
- ☐ 이러한 방식의 시스템은 VOCs 흡·탈착과 촉매 산화 기능을 겸비하여 비교적 장치 크기가 콤팩트하며 도장부스, 반도체/LCD 제조공정, 석유화학공정 등 VOCs 대량 발생 산업 현장에 효과적으로 적용 가능하다. 또한, 제습 및 Air dryer 설비로도 사용 가능

[마이크로웨이브 VOCs 정화시스템]



*출처 : 에코프로 '마이크로웨이브 VOCs 정화 시스템'

다. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

☐ 주요 VOCs 제거 설비 업체로는 Reeco, Salem, Smith, Monsanto Environ. Chem., Envirotec., Lensi., LTG 등이 있으며 주로 도장, 화학, 목공, 전자 산업 등의 분야에 수요가 있다. 이러한 업체들이 기반이 되어 미국과 유럽 국가들을 중심으로 VOCs 규제 강화에 따른 시장 형성이 이루어질 것으로 기대됨

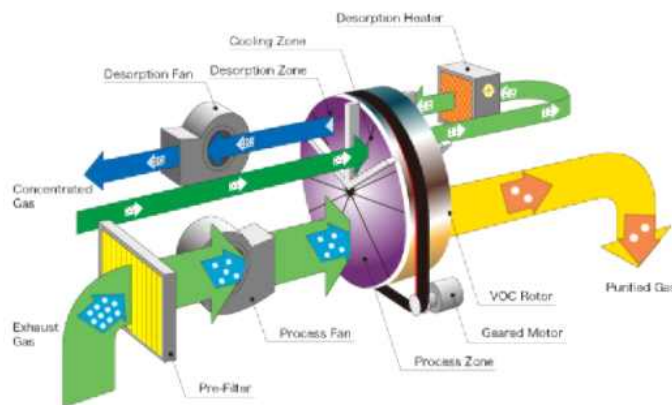
☐ Ford

- 개발하고 있는 Fumes to Fuel Project는 VOCs를 에너지로 활용 해외 기술 중 대표적인 사례임
- VOCs를 이용한 수소 생산과 더 나아가 연료전지와의 연계에 초점을 맞추어 개발 중

☐ Seibu Giken

- 제올라이트 농축 로터를 이용하여 VOCs 및 악취를 제거하는 기술을 개발
- 소수성 제올라이트를 허니컴 형태의 매트릭스에 결합시킨 고성능 농축로터를 연속적으로 회전시켜 저농도의 VOCs가 통과하면서 흡착될 수 있도록 구성
- 회전식으로 구동하기 때문에 흡착과 탈착의 과정이 반복적으로 이루어져 효율적인 처리가 가능하며, 톨루엔 및 자일렌뿐만 아니라 스티렌 등의 열 중합성이 높은 VOCs 물질도 처리 가능한 것을 확인

[허니컴 형태의 로터 상세]



*출처 : 'Seibu Giken' 홈페이지

(2) 국내 플레이어 동향

☐ 이지이앤엠

- 러시아의 광촉매 산화시스템, 독일의 이산화염소 산화시스템 등의 해외 선진 특화기술을 보유하고 있는데, 특히 제올라이트 광물 흡착시스템을 보유함으로써 국내 아스콘 공장 대기배출 규정에서 설비 허가 기준을 유일하게 통과하는 결과를 나타냄

☐ SG

- 대기오염물질 저감뿐만 아니라 폐기물 처리 기술 등 전반적인 기술 개발 분야에서의 시너지 효과를 기대하고 있음

☐ 포스코

- 제올라이트를 이용한 대기오염물질 저감을 위한 방법을 모색
- 실제로 2020년 11월, 공기 중의 질소산화물과 같은 대기오염물질 저감을 위해 '선택적 촉매 환원 설비(SCR)'를 구축하였고, 이에 촉매제로써 구리 제올라이트, 철 제올라이트 등 제올라이트 기반 촉매를 사용함으로써 질소산화물을 최대 80%까지 저감하고자 함

☐ KAIST

- 200여 개의 다양한 구조를 가진 대표적인 다공성 물질인 제올라이트를 인공지능(AI: Artificial Intelligence)을 활용하여 원하는 물성으로 설계하여 제조하는 방법을 개발
- 4차 산업과 포스트 코로나 시대를 맞아 빠르게 발전하고 있는 인공지능 트렌드에 맞춰 발전 가능성을 보여주는 대표적인 사례

☐ 에코프로

- 2018년 상용화한 마이크로웨이브를 활용한 VOC 저감장치의 수요를 확대
- 발생하는 휘발성유기화합물의 특성에 최적화된 흡착제를 비롯하여 마이크로웨이브 효율개선, 시스템의 에너지효율 극대화 등 제품 경쟁력 강화를 위한 연구를 지속적으로 추진
- 독자기술로 정유공정 촉매를 개발하고 있는 한편, 정유공정에서 대량으로 발생하는 중유탈황 폐촉매로부터 몰리브덴, 바나듐, 니켈, 코발트, 알루미늄 등 유용금속 전체를 친환경적으로 회수하는 기술을 개발 중
- 수소제조용 천연가스 개질기, 차량용 세라믹필터, MLCC용 전자재료 등 다양한 중장기 신규아이템 개발을 통해 미래 성장 동력을 확보하기 위해 투자를 강화하고 있음

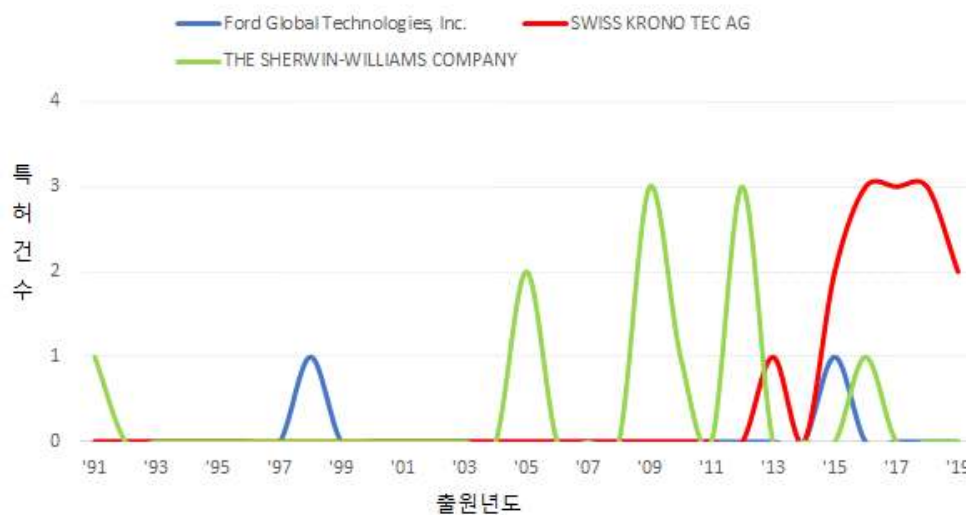
4. 주요 플레이어 특허동향

가. 해외 플레이어 특허 동향

(1) 출원 동향

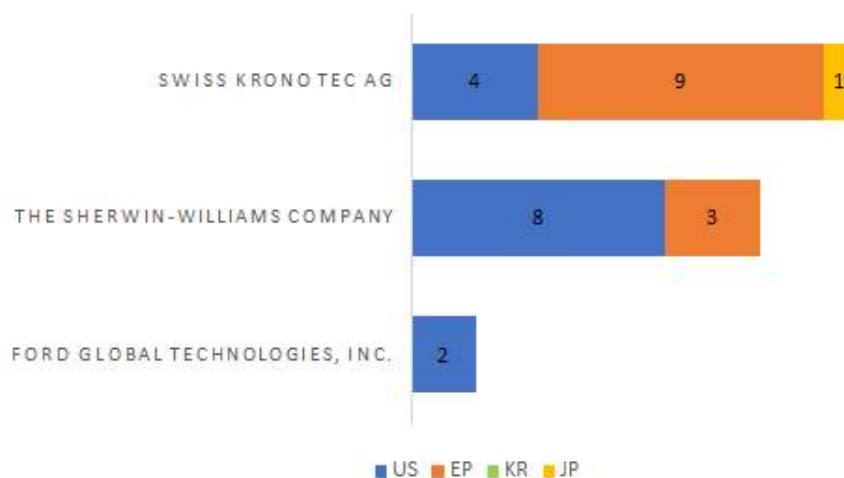
□ 연도별 출원 동향

- 해외 주요 플레이어 각각의 출원 동향을 살펴보면, SWISS KRONO TEC는 2013년 1건의 출원을 시작으로 2019년까지 꾸준히 관련 특허를 출원 중. THE SHERWIN-WILLIAMS COMPANY는 2000년대 중후반에 관련 특허를 출원하였으나 그 후로는 출원이 감소하였음



□ 국가별 출원 동향 (건수)

- 해외 주요 플레이어 각각의 국가별 출원동향을 살펴보면, 공통적으로 자국에 집중적인 출원이 이뤄지고 있는 것으로 나타났으며, 특히 SWISS KRONO TEC은 미국과 일본에도 출원 중으로 각 시장을 중요하게 보고 있는 것으로 판단

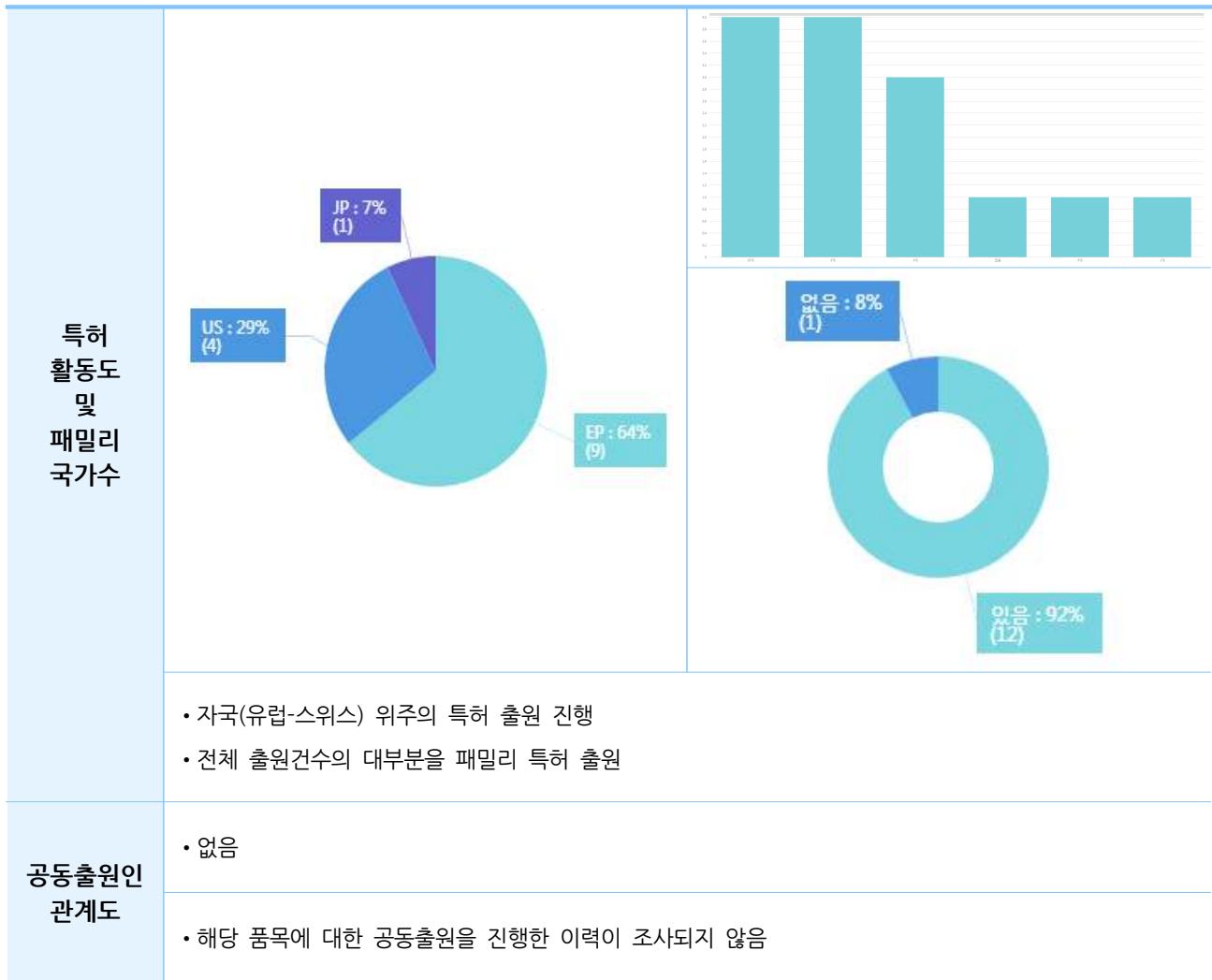


(2) 해외 플레이어 심층분석¹⁾

◎ 해외 대표 플레이어 심층 분석 - SWISS KRONO TEC

- 2013년 1건의 출원을 시작으로 2019년까지 꾸준히 관련 특허를 출원 중임(총 특허 출원 : 14건)

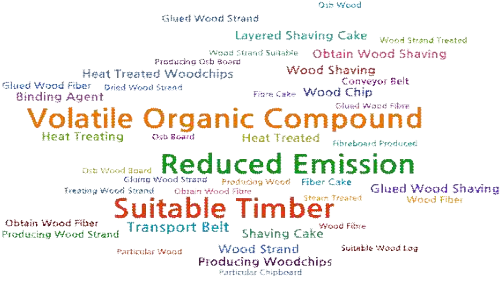
[SWISS KRONO TEC 심층 분석]



1) PAJ(일본영문초록) 및 과거분이 분석에는 활용되지 않아, 그래프 결과와 분석 결과 간의 건수 차이가 존재할 수 있음

- 전체 구간의 주요 키워드는 VOCs 저감 장치에 사용되는 Reduced Emission, Volatile Organic Compound, Suitable Timber, Transport Belt, Wood Strand 등의 키워드가 도출되는 것으로 분석
- SWISS KRONO TEC는 2013년에 관련 특허를 처음 출원하여 1구간(2001년~2010년)에서는 키워드가 도출되지 않음. 2구간(2011년~2019년)에서 Producing Woodchips, Heat Treated 등의 VOCs 에너지화를 위한 개질 시스템 최적화기술과 관련된 키워드가 다수 도출된 것으로 분석

[SWISS KRONO TEC 기술집중도]

전체구간(1991년~2019년)		
스마트 클라우드		
	• Reduced Emission, Volatile Organic Compound, Suitable Timber, Transport Belt, Wood Strand, Producing Woodchips, Heat Treating, Wood Chip, Heat Treated, Heat Treated Woodchips	
	1구간(2001년~2010년)	2구간(2011년~2019년)
-		
		
-	• Reduced Emission, Volatile Organic Compound, Suitable Timber, Transport Belt, Wood Strand, Producing Woodchips, Heat Treating, Wood Chip, Heat Treated, Heat Treated Woodchips	

◎ 주요 등록 특허

□ SWISS KRONO TEC

[SWISS KRONO TEC 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 10843375 (2018.08.22)	Process for producing wood-based osbs having reduced emission of volatile organic compounds (vocs)	휘발성 유기 화합물 (vocs)의 감소된 방사량을 갖는 목재 기초 osbs를 생산하기 위한 과정	
EP 3453504 (2017.09.07)	Method for the preparation of osb wood-base panels with reduced emission of volatile organic compounds (vocs)	휘발성 유기 화합물 (vocs)의 감소된 방사량을 가진 osb wood-base 패널의 제조를 위한 방법	
EP 3395520 (2017.04.25)	Method for the preparation of osb wood-base panels with reduced emission of volatile organic compounds (vocs)	휘발성 유기 화합물 (vocs)의 감소된 방사량을 가진 osb wood-base 패널의 제조를 위한 방법	

☐ THE SHERWIN-WILLIAMS COMPANY

[THE SHERWIN-WILLIAMS COMPANY 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 8067486 (2010.01.25)	Low voc water-based epoxy coatings	폴리아민으로 양생된 고체 에폭시 수지 분산에 기초가 된 2 성분 0 VOC 수계 에폭시수지 피복	-
US 7528190 (2005.09.30)	Low bake, low voc conductive primer	전도성 프라이머 조성물과 관계가 있다. 본 발명의 코팅 조성물은 더 특히 낮은 굽기용, 낮은 VOC 전도성 프라이머	-

☐ Ford

[Ford 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 6056189 (1998.03.13)	Fluxing media for non-voc, no-clean soldering	비휘발성의 유기화학, 무세척 납땜 오퍼레이션을 위한 플럭싱 매체	<pre> graph TD A[PREPARE FLUX SOLUTION] --> B[HEAT FLUX SOLUTION] B --> C[DISPERSE FLUX SOLUTION AS A SPRAY] </pre>
US 10279658 (2015.09.18)	Vehicle voc reduction system	차량을 위한 휘발성 유기 화합물 (VOC) 리덕션 시스템	

나. 국내 플레이어 특허 동향

(1) 출원 동향

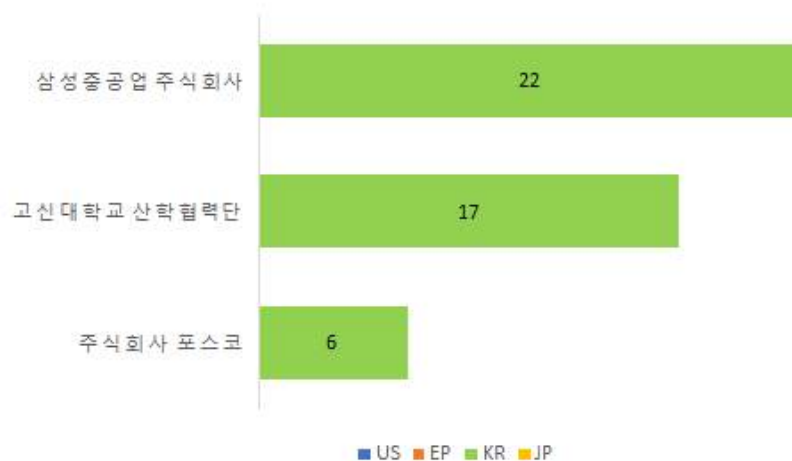
□ 연도별 출원 동향

- 국내 주요 플레이어 각각의 출원 동향을 살펴보면, 삼성중공업은 2011년에 15건의 출원으로 가장 많은 출원을 하였으며 2014년에 4건 출원을 하였으나, 최근에는 관련 출원이 존재하지 않음. 고신대학교는 2013년 출원을 시작으로 2017년에 10건의 출원을 하였으며, 이를 통해 관련 연구를 진행하고 있는 것으로 판단되며, 포스코의 경우 1990년대에 출원이 있었으나 현재는 출원하지 않고 있는 것으로 확인



□ 국가별 출원 동향 (건수)

- 국내 주요 플레이어 각각의 국가별 출원 동향을 살펴보면, 3개의 기업 모두 자국 내 출원 경향이 강하게 나타남



(2) 국내 플레이어 심층 분석²⁾

◎ 국내 대표 플레이어 심층 분석 - 삼성중공업

- 2011년에 15건의 출원으로 가장 많은 출원을 하였으며 2014년에 4건 출원을 하였으나, 최근에는 관련 출원이 존재하지 않음 (총 특허 출원 : 22건)

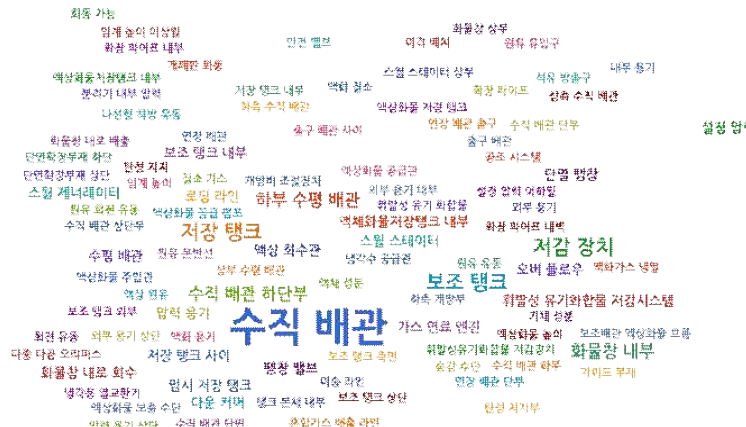
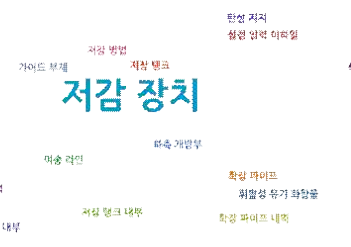
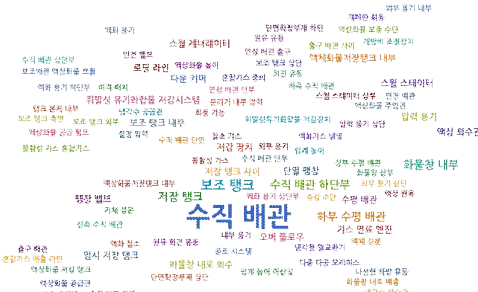
[삼성중공업 심층 분석]

특허 활동도 및 패밀리 국가수	KR : 100% (22)	17개
	없음 : 100% (22)	
공동출원인 관계도	• 자국 위주의 출원활동 진행 • 패밀리 특허 출원을 진행하지 않음	
	• 없음 • 해당 품목에 대한 공동출원을 진행한 이력이 조사되지 않음	

2) 과거분이 분석에는 활용되지 않아, 그래프 결과와 분석 결과 간의 건수 차이가 존재할 수 있음

- 전체 구간의 주요 키워드는 VOCs 저감 장치에 사용되는 수직 배관, 보조 탱크, 저장 장치, 저장 탱크, 하부 수평 배관 등의 키워드가 도출되는 것으로 분석
- 1구간(2001년~2010년)에서는 석유 방출구, 확장 파이프 내부, 확장 파이프 내벽 등의 키워드가 도출되었으며, 2구간(2011년~2019년)에서는 하부 수평 배관, 팽창 밸브, 액상 회수관 등의 VOCs 저감과 동시에 활용을 위한 키워드가 도출되기 시작한 것으로 분석

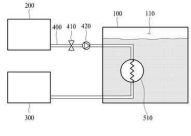
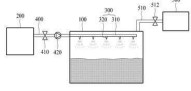
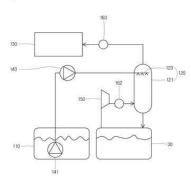
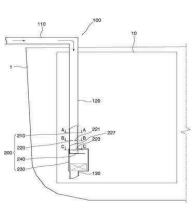
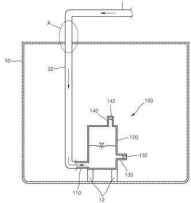
[삼성중공업 기술집중도]

전체구간(1991년~2019년)		
스마트 클라우드		
	• 수직 배관, 보조 탱크, 저장 장치, 저장 탱크, 하부 수평 배관, 수직 배관 하단부, 화물창 내부, 임시 저장 탱크, 팽창 밸브, 액상 회수관	
	1구간(2001년~2010년)	2구간(2011년~2019년)
		
	• 저감 장치, 하측 개방부, 이송 라인, 확장 파이프, 저장 탱크, 휘발성 유기 화합물, 석유 방출구, 저장 탱크 내부, 확장 파이프 내부, 확장 파이프 내벽	• 수직 배관, 보조 탱크, 저장 탱크, 하부 수평 배관, 수직 배관 하단부, 화물창 내부, 임시 저장 탱크, 팽창 밸브, 액상 회수관

◎ 주요 등록 특허

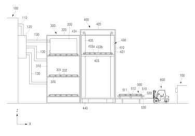
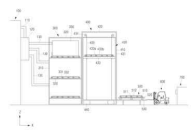
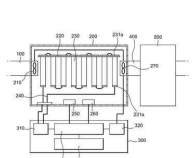
□ 삼성중공업

[삼성중공업 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 1599248 (2014.04.18)	휘발성 유기화합물 저장 시스템	액체화물을 저장하는 액체화물저장탱크, 액화가스를 저장하는 액화가스저장탱크 및 상기 액체화물저장탱크 내부에 위치하며, 상기 액화가스의 냉열과 상기 액체화물을 열교환하는 제1 열교환기를 포함하는 휘발성 유기화합물 저장 시스템	
KR 1616344 (2014.04.18)	휘발성 유기화합물 저장 시스템	액체화물을 저장하는 액체화물저장탱크, 액화가스를 저장하는 액화가스저장탱크, 상기 액화가스저장탱크와 상기 액체화물저장탱크를 연결하여 상기 액화가스가 이동되는 유로를 제공하는 이송관 및 상기 액체화물저장탱크의 내부에 설치되어 상기 이송관에 연결된 분사부를 포함하는 휘발성 유기화합물 저감시스템	
KR 1616315 (2014.03.14)	휘발성유기화합물 저감장치	휘발성유기화합물의 발생을 저감하고 발생된 휘발성유기화합물을 효과적으로 처리하는 휘발성유기화합물 저감장치	
KR 1444295 (2012.05.09)	휘발성 유기화합물 저장 장치	압력강하를 유발하도록 다중의 다공 오리피스(multi-stage multi-hole orifice)를 갖는 압력강하모듈을 제공하여, 액상화물 저장 탱크 내에 액상화물을 적재할 때 수직 배관 내에서 발생하는 휘발성 유기 화합물을 저감시킬 수 있는 휘발성 유기화합물 저감 장치	
KR 1281179 (2011.08.26)	원유 운반선의 휘발성 유기 화합물 저장 장치	화물창에 원유를 선적할 때 수직 배관 내에서 발생하는 휘발성 유기 화합물을 저감하는 원유 운반선의 휘발성 유기 화합물 저장 장치	

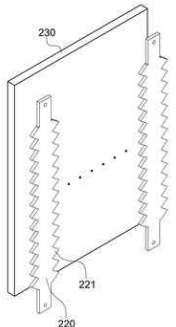
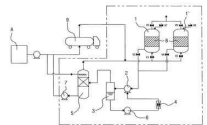
□ 고신대학교

[고신대학교 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 1814965 (2017.11.23)	필터 배열 장치를 구비한 휘발성 유기화합물 처리 시스템의 vocs 농축 모듈	다수의 VOCs 농축 모듈들을 입고 및 출고시킬 수 있어 대용량의 휘발성 유기화합물의 처리가 가능하고 처리 연속성이 보장되는 휘발성 유기화합물 처리 시스템	
KR 1814964 (2017.11.23)	탈착 가속 장치를 구비한 휘발성 유기화합물 처리 시스템의 vocs 농축 모듈	개별 VOCs 농축 모듈에서 모듈 내 카트리지에 유닛에 흡착되어 있는 휘발성 유기화합물을 빠르게 탈착시킬 수 있도록 하여 카트리지 유닛의 완전 탈착 및 완전 흡착을 가능하게 해 흡탈착 성능을 높이고 처리 시간을 단축시킬 수 있는 휘발성 유기화합물 처리 시스템의 VOCs 농축 모듈에 적용되는 탈착 가속 장치	
KR 1742914 (2016.07.28)	휘발성 유기화합물의 제거를 위한 전처리 장치 및 방법	바이오필터의 전단에 구비되며 공급되는 휘발성 유기화합물의 농도를 농축하여 바이오필터로 균일한 농도의 휘발성 유기화합물을 배출함으로써 바이오필터의 안정적인 운영을 가능하게 하는 휘발성 유기화합물의 제거를 위한 전처리 장치 및 방법	

□ 포스코

[포스코 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 1259588 (2010.12.31)	휘발성 유기화합물 제거장치	펄스 전압을 이용하여 코로나의 발생을 제어할 수 있는 코로나를 이용한 휘발성 유기화합물 제거장치	
KR 0550767 (2004.03.10)	저유소의 휘발성 유기화합물 회수방법	감압과 저압세정방법으로 흡착탑을 가역적으로 재생하여 흡착제의 탈착효율을 높일 수 있는 저유소의 휘발성 유기화합물 회수방법	
KR 0503227 (2000.12.22)	염소계 휘발성 유기화합물의 제거용 산화촉매 및 제거방법	화학공정, 또는 세정공정 등에서 배출되는 배기가스에 함유된 염소계 휘발성 유기화합물의 제거용 산화촉매 및 제거방법에	-

5. 전략제품 기술 개발 전략

가. 중소기업 기술 개발 전략

- ☐ 국내 중소기업이 초기에 접근 가능한 소재 및 다양한 분야에서의 활용 방법에 대한 응용처 개발
- ☐ VOCs를 제어하기 위한 소재 기술은 일본 및 미국과 같은 외국기업 기술 위주로 치중되어있어 중소기업이 소재 및 시설을 생산하기 위한 시스템 구축이 필요
- ☐ 국가 정책사업의 적극적 참여로 표준화 기술의 국산화 및 특허 확보 필요
- ☐ 소재 원천기술의 확보를 위한 학계, 연구계와의 적극적인 협력 및 기술지원 필요

나. 핵심기술 리스트

[VOCs 제어를 위한 핵심기술]

요소기술	개요
소수성 제올라이트를 이용한 흡탈착 및 회수 시스템	제올라이트 기반 흡착제를 소수성화하여 수분에 대한 저항성을 높여 수분조건인 가스에서도 높은 흡착성능을 나타내며, 열적내구성이 우수한 제올라이트는 탈착을 통해 재사용할 수 있음. 또한 탈착된 VOCs를 회수하여 자원의 재순환이 가능해짐.
저온영역 산화촉매를 통한 제어장치	고농도, 고유량의 VOCs가 배출되는 시설에서 사용되며, 저온영역에서의 산화를 통해 에너지효율을 높이며, 높은 처리 효율과 지속적으로 VOCs를 제거할 수 있는 시스템으로 수분 및 열적 내구성이 우수하고 경제성을 가지는 저온산화촉매에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있음.
마이크로웨이브를 활용한 저감 장치	마이크로웨이브를 이용한 방법은 유전가열(dielectric heating)에 의한 방법이기 때문에 오염물질을 직접 가열할 수 있으며, 흡착된 오염물질이 마이크로웨이브가 통과하는 비극성 성분일 경우 주변에 있는 수분을 가열하여 오염물질을 효과적으로 가열할 수 있음.
제올라이트를 통한 농축&산화 시스템	소수성 제올라이트 기반 허니컴 로터를 이용하여 VOCs를 흡착-농축한 후 열풍 탈착 시 고농도 VOCs를 기존의 열 산화 방식과는 다르게 저에너지형 자가발열 촉매를 이용해 VOCs를 저감할 수 있는 IoT 기반 자동 운전 및 통합 제어 시스템

다. 기술이전 관련 정보

- ☐ 증기투과장치, 투과증발장치, 및 하이브리드 VOC 정제 장치(한양대학교 에리카산학협력단, 10-2021-0066279 (2021.06.07))
 - 하이브리드 VOC 정제 장치는 기상(Vapor phase)의 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOC) 및 액상(Liquid phase)의 휘발성 유기화합물이 분리 보관되는 저장 탱크로부터 공급된 상기 기상의 휘발성 유기화합물이 이동하는 제1 증기투과유로 및 상기 기상의 휘발성 유기화합물과의 분압차에 의하여 분리된 유체가 이동하는 제2 증기투과유로를 포함하는 증기투과모듈 및 제1 투과증발유로 및 상기 액상의 휘발성 유기화합물과의 분압차에 의하여 상기 휘발성 유기화합물로부터 분리된 유체가 이동하는 제2 투과증발유로를 포함하는 투과증발모듈을 포함할 수 있음
- ☐ 가지형 가교제를 포함하는 VOC 흡수 및 제거용 소수성 겔 및 제조방법(이화여자대학교 산학협력단, 10-2020-0048802 (2020.05.08))
 - 숙신이미드 반복 단위를 포함하는 가교제와 소수성 단량체를 포함하는 VOC 흡수용 소수성 겔에 관한 것으로, 본 발명의 소수성 겔은 VOC를 흡수하여도 그 기계적 강도가 저하되지 않으며, 팽윤 및 건조를 반복할 수 있어 VOC 흡수 및 제거에 재사용할 수 있음
- ☐ VOC 저감 시스템 및 VOC 저감 방법(한국화학연구원, 10-2020-0102024 (2020.08.31))
 - VOC 저감 시스템은 가스가 유입 및 배출되도록 유입구와 배출구가 형성된 하우징 내부에 배치되어, 가스에 포함된 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds: VOC)을 흡/탈착시키는 흡/탈착모듈의 일측에 배치되어, 흡착된 휘발성유기화합물의 농도를 감지하는 VOC 전단 감지부 흡/탈착모듈의 타측에 배치되어, 흡/탈착모듈에서 탈착된 휘발성유기화합물을 산화시키는 촉매 상기 촉매의 일측에 배치되어, 촉매에 열에너지를 공급하는 발열담체 및 상기 발열담체의 후방에 배치되어, 촉매에 의해 변환된 휘발성유기화합물의 농도를 감지하는 VOC 후단 감지부를 포함하는 것을 특징으로 함
- ☐ VOCs 처리를 위한 필터 섬유의 제조 방법(고신대학교 산학협력단, 10-2019-0050240 (2019.05.10))
 - 휘발성 유기화합물(VOCs)을 포함하는 오염 가스에서 휘발성 유기화합물을 흡착하여 필터 기능을 수행하고 흡착된 휘발성 유기화합물을 탈착하여 재생하는 필터 섬유로서 비표면적이 크고 좁은 기공 사이즈를 형성해 높은 흡착 능력을 가지도록 하는 VOCs 처리를 위한 필터 섬유의 제조 방법에 관한 것임